

Perencanaan Embung Gunung Rancak 2, Kecamatan Robatal, Kabupaten Sampang

Dika Aristia Prabowo dan Edijatno

Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Institut Teknologi Sepuluh Nopember (ITS)

Jl. Arief Rahman Hakim, Surabaya 60111

E-mail: edijatno@ce.its.ac.id

Abstrak—Embung Gunung Rancak 2 terletak di Sungai Umbaran Desa Gunung Rancak Kecamatan Robatal Kabupaten Sampang. Pembangunan Embung Gunung Rancak 2 dengan daerah aliran sungai (DAS) seluas 0,3871 km² ini diharapkan mampu menyediakan air baku untuk penduduk Desa Gunung Rancak. Dalam suatu perencanaan embung diperlukan pertimbangan dan perhitungan – perhitungan sehingga didapatkan suatu hasil yang efisien dan paling ekonomis. Pertimbangan-pertimbangan yang perlu diperhatikan adalah kebutuhan air baku yang sesuai dengan proyeksi pertumbuhan masyarakat, volume curah hujan yang dapat memenuhi embung, dan kondisi topografi pada lokasi. Sehingga pada akhirnya akan diperoleh bangunan embung yang efisien untuk dapat memenuhi kebutuhan masyarakat sesuai kondisi di lapangan. Hasil perencanaan pada tugas akhir ini adalah debit banjir rencana yang digunakan dengan periode ulang 100 tahun adalah sebesar 9,55 m³/dt dan tinggi muka air di atas pelimpah saat kondisi banjir adalah 0,681 m. Elevasi puncak spillway yang digunakan +106,18 m. Spillway direncanakan dengan tipe Ogee lengkap dengan bangunan pelengkapannya. Bangunan spillway beserta bangunan pelengkapannya sudah dianalisa stabilitasnya meliputi : kontrol guling, kontrol geser, kontrol daya dukung tanah, dan kontrol daya dukung bangunan peredam energi. Dengan hasil bangunan yang direncanakan masih tergolong aman.

Kata Kunci—air baku, embung, perencanaan, Sampang.

I. PENDAHULUAN

SAMPANG adalah sebuah kabupaten di Provinsi Jawa Timur, Indonesia. secara geografis terletak di antara 113°08' - 113°39' Bujur Timur dan 6°05' - 7°13' Lintang Selatan. Secara keseluruhan Kabupaten Sampang mempunyai luas wilayah sebanyak 1.233,30 Km². Kondisi masyarakat yang berada di Desa Gunung Rancak merupakan masyarakat menengah ke bawah dan terbanyak merupakan masyarakat bermata pencaharian sebagai petani dengan penghasilan yang rendah. Dengan kondisi tersebut banyak masyarakat yang tidak mampu untuk membeli air. Pemenuhan kebutuhan air untuk masyarakat desa tersebut belum dialokasikan oleh Pemerintah Kabupaten Sampang, padahal kondisi masyarakat di pedesaan banyak yang mengalami kesulitan air bersih terutama pada saat musim kemarau karena banyak sumur warga yang kering.

Pembangunan infrastruktur berupa embung merupakan salah satu alternatif yang dapat diterapkan dalam mengatasi permasalahan tersebut. Setelah dilakukan identifikasi di lapangan, alternatif pembangunan embung dapat dilaksanakan

di Desa Gunung Rancak, mengingat desa tersebut terdapat aliran sungai Umbaran dan kondisi topografi desa tersebut yang banyak memiliki cekungan atau lembah. Sehingga memiliki lokasi yang cocok digunakan untuk pembangunan embung.

Pembangunan Embung Gunung Rancak 2 direncanakan terletak di Sungai Umbaran Desa Gunung Rancak, Kecamatan Robatal Kabupaten Sampang. Embung Gunung Rancak 2 mempunyai daerah aliran sungai (DAS) seluas 0.3871 km².

Secara lebih rinci, rumusan masalah yang perlu diperhatikan dalam tujuan perencanaan ini adalah :

1. Mendapatkan volume curah hujan daerah yang ada untuk dapat memenuhi volume embung Gunung Rancak 2.
2. Mendapatkan volume kebutuhan air baku masyarakat Desa Gunung Rancak, Kecamatan Robatal, Kabupaten Sampang.
3. Merencanakan embung yang sesuai dengan kebutuhan air baku masyarakat.

II. METODOLOGI

A. Studi Literatur

Studi pengumpulan literatur ini dimaksudkan untuk mengetahui rumus – rumus dan dasar teori yang digunakan dalam perhitungan pengerjaan Tugas Akhir ini, meliputi analisa hidrologi, analisa kebutuhan air, analisa hidrolika dan analisa stabilitas embung.

B. Pengumpulan Data

Data – data yang diperlukan dalam penyelesaian Tugas Akhir ini adalah :

- Data Topografi
- Data Hidrologi
- Data Klimatologi
- Data Jumlah Penduduk
- Data Tanah

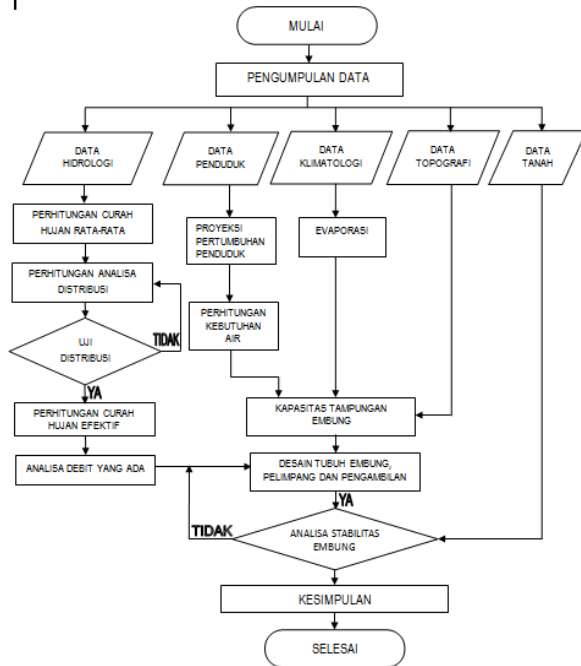
C. Analisa Permasalahan

Analisa permasalahan meliputi :

- a. Analisa Kebutuhan Air
- b. Analisa Hidrologi
- c. Analisa Kapasitas Tampung
- d. Analisa Hidrolika
- e. Perencanaan Tubuh Bendungan

D. Diagram Alir

Pada Gambar 1 dapat dilihat diagram alir perencanaan Embung Gunung Rancak 2.



Gambar.1. Diagram Alir Penelitian

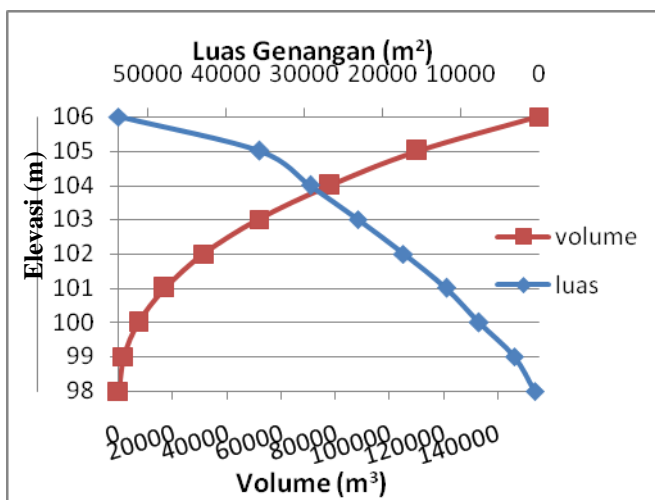
III. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Proyeksi Kebutuhan Air Baku Penduduk

Metode yang digunakan untuk memproyeksikan pertumbuhan penduduk adalah Metode Geometri [1], dari hasil analisa penduduk [2] didapatkan jumlah penduduk pada tahun 2030 adalah 8776 jiwa.

Dalam menentukan kebutuhan air baku digunakan besaran-besaran yang mengacu pada dasar-dasar perencanaan dan evaluasi kebutuhan air bersih yang telah ada. Dari hasil analisa data [2], didapatkan kebutuhan air baku penduduk sebesar 12, 189 liter/detik.

B. Analisa Data Topografi



Gambar 2. Lengkung Kapasitas Embung

Analisa data topografi digunakan untuk membuat grafik lengkung kapasitas embung, yaitu grafik hubungan antara elevasi dengan luas volume suatu waduk. Dari hasil perhitungan didapatkan grafik lengkung kapasitas seperti pada Gambar 2.

C. Analisa Data Curah Hujan

Data curah hujan yang diperlukan untuk penyusunan suatu rancangan pemanfaatan air adalah curah hujan rata-rata di seluruh daerah yang bersangkutan. Namun pada perencanaan Embung Gunung Rancak 2 ini hanya ada satu stasiun pengamatan Sampang [2].

D. Analisa Distribusi Frekuensi

Analisa distribusi frekuensi ini dimaksudkan untuk mendapatkan besaran curah hujan rencana yang ditetapkan. Untuk keperluan analisa ditetapkan curah hujan dengan periode ulang tertentu dengan menggunakan metode EJ. Gumbel dan Log Pearson Type III [3]. Untuk metode Gumbel, diperoleh harga curah hujan periode ulang 100 tahun sebesar 170,996 mm. Untuk metode Log Pearson Type III, diperoleh harga curah hujan periode ulang 100 tahun sebesar 128,69 mm [2].

E. Uji Kesesuaian Distribusi Frekuensi

Uji ini digunakan untuk mengecek apakah bisa diterima atau tidaknya hasil analisa distribusi frekuensi. Metode yang digunakan adalah dengan *Chi-Kuadrat* dan *Smirnov Kolmogorov* [3]. Kesimpulan yang diperoleh adalah metode Gumbel dan Log Pearson Type III sama-sama memenuhi uji kecocokan. Namun metode Log Pearson yang dipilih karena lebih menggambarkan atau mewakili distribusi frekuensi tersebut.

Tabel 1.
Kesimpulan Uji Distribusi

Persamaan Distribusi	Uji Kecocokan			Eva luas i	Uji Kecocokan			Eval uasi
	Chi - Kuadrat				Smirnov Kolmogorov			
	Xh ²	Nil lai	Xh ²		D _{maks}	Nil ai	Do	
Gumbel	3.6	<	3.84	OK	0.065	<	0.41	OK
Log Pearson Tipe III	0.4	<	3.84	OK				

F. Perhitungan Debit Banjir Rencana

Untuk membuat hidrograf banjir pada sungai-sungai yang tidak ada atau sedikit sekali data hidrograf banjirnya, maka perlu dicari karakteristik atau parameter daerah pengaliran tersebut terlebih dahulu, misalnya waktu untuk mencapai puncak hidrograf, lebar dasar saluran luas, kemiringan saluran, koefisien limpasan, dan sebagainya. Dalam perhitungan hidrograf satuan *spillway* pada Embung Gunung Rancak 2 ini digunakan metode hidrograf satuan sintetik *Nakayasu*[3] yaitu grafik hubungan antara debit yang mengalir dan waktu.

Dengan menggunakan grafik hidrograf *Nakayasu* kemudian dapat dihitung debit maksimum terbesar pada periode ulang 100 tahun adalah sebesar 9,55148 m³/detik [2].

G. Evapotranspirasi

Untuk menghitung evapotranspirasi potensial, digunakan metode "Penman Modifikasi" dengan persamaan :

$E_{to} = c.[W.R_n + (1-W).f(u).(e_a - e_d)]$ [3].

Analisa dan hasil secara lengkap dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2.
Hasil perhitungan evapotranspirasi

Bulan	Jan	Feb	Mar	Apr	Mei	Jun
Eto (m)	0.1701	0.1446	0.1562	0.1464	0.1249	0.1267
Bulan	Jul	Ags	Sep	Okt	Nov	Des
Eto (m)	0.1414	0.1637	0.1875	0.2122	0.2711	0.2266

H. Menentukan Kapasitas Embung

Untuk menentukan kapasitas embung adalah dengan menjumlahkan kapasitas mati (*dead storage*) dengan kapasitas efektif embung. Kapasitas mati adalah volume sedimen total selama 20 tahun direncanakan sebesar 154 m^3 dimana volume sedimen tersebut terletak pada +98,2 m.

Sedangkan kapasitas efektif embung ditentukan dari besarnya debit pengambilan pada pintu keluaran (*outlet*). Pada perencanaan ini untuk menghitung besarnya tampungan air embung digunakan persamaan keseimbangan air (*Water Balance*) yaitu :

$$S_{t+1} - S_t = I + R - L - O \quad [3]$$

Untuk outflow adalah kebutuhan air baku masyarakat dan inflow dilakukan analisa menggunakan metode *F.J.Mock* [3]. Setelah itu dilakukan perencanaan debit andalan, R80 [2] yang hasilnya dapat dilihat pada Tabel 3.

Tabel 3.
Debit andalan 80%

Bulan	Jan	Feb	Mar	Apr	Mei	Jun
Debit (m ³ /dt)	0.0298	0.036	0.0174	0.0141	0.0115	0.0053
Bulan	Jul	Ags	Sep	Okt	Nov	Des
Debit (m ³ /dt)	0.0024	0.0012	0.0006	0.0012	0.0021	0.0128

Dari perhitungan debit andalan digunakan untuk menghitung analisa kapasitas tampungan efektif. Berdasarkan hasil perhitungan didapat,

- Kapasitas efektif = 136036 m^3
- Kapasitas mati = 154 m^3

Sehingga kapasitas total = 136170 m^3

Dari nilai kapasitas total yang didapat, maka diketahui juga nilai HWL (*High Water Level*) sebagai elevasi ambang pelimpah. Dengan memperhatikan Gambar 2, maka diperoleh HWL = + 105, 5 m

I. Flood Routing (Penelusuran Banjir)

Tujuan penelusuran banjir adalah untuk mengetahui daya tampung embung terhadap banjir rencana yang terjadi. Dasar perhitungannya adalah :

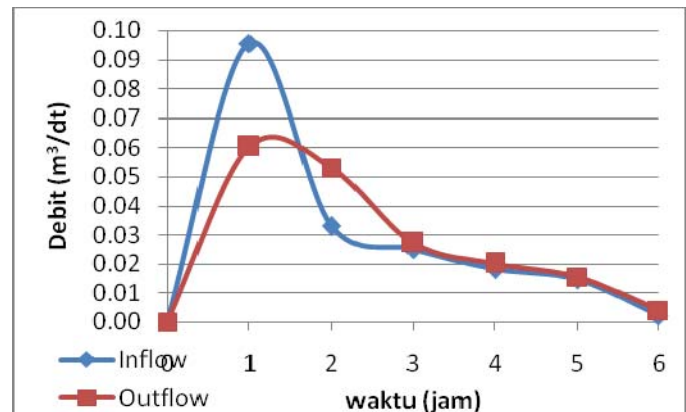
$$I - O = \frac{ds}{dt} \quad [3]$$

I = Debit air yang masuk ke dalam waduk (m^3/detik)

O = Debit air yang keluar dari waduk (m^3/detik)

ds/dt = Debit air yang tertahan di dalam waduk (m^3/detik)

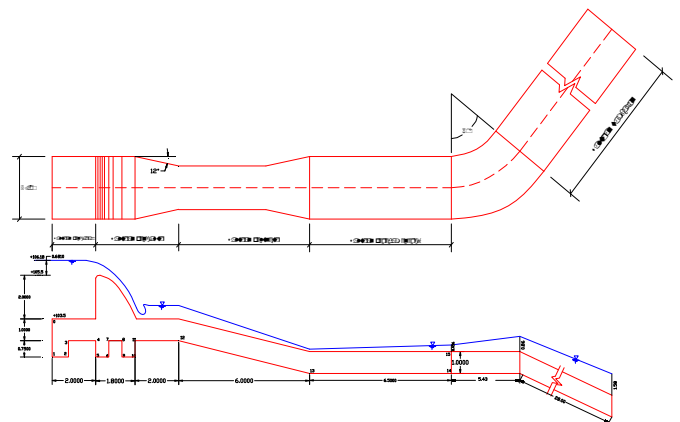
Hasil analisa penelusuran banjir [2] didapatkan hidrograf banjir seperti pada Gambar 3.



Gambar 3. Hidrograf Debit Inflow dan Outflow

J. Perencanaan Spillway

Bangunan pelimpah merupakan suatu bangunan yang harus mampu melimpahkan kelebihan air dari debit banjir yang akan dibuang sehingga kapasitas bendungan dapat dipertahankan sampai batas maksimum. Direncanakan memakai tipe mercu ogee. Tinggi spillway adalah 4 m dengan tinggi 5 m. Direncanakan lengkap dengan bagian-bagiannya, yaitu : saluran pengatur, saluran transisi, saluran pembelok, saluran peluncur lurus, saluran peluncur terompet dan kolam olak tipe I serta saluran tambahan [4]. Analisa hidrolika bangunan spillway secara lengkap dapat dilihat pada [2]. Gambar desain *spillway* dapat dilihat pada Gambar 4.



Gambar 4. Desain *Spillway*

Dalam perencanaan spillway juga dihitung stabilitas bangunannya [2]. Hasilnya dapat dilihat pada Tabel 4. Dan dari hasil analisa stabilitas *spillway* dapat disimpulkan bahwa spillway yang direncanakan masih aman.

Tabel 4.
Hasil Analisa Stabilitas *Spillway*

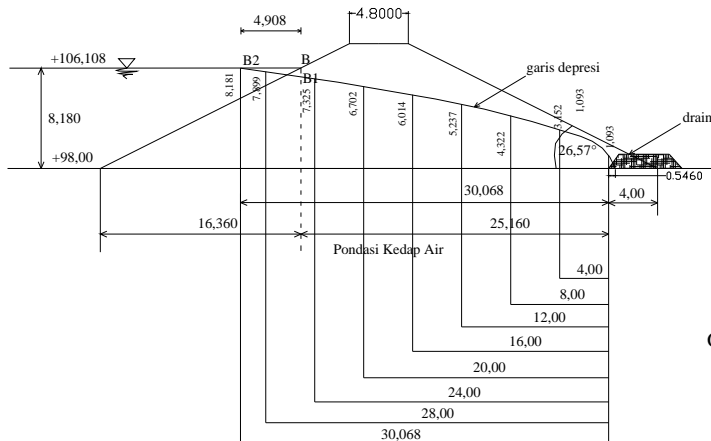
Kontrol	Air normal		Air banjir		Keterangan
	Hasil	Batas	Hasil	Batas	
Eksentrisitas	0,22	<0,3	0,29	<0,3	OK
Guling	1,88	>1,5	1,79	>1,5	OK
Sliding	6,29	≥4,0	6,38	≥4,0	OK
Daya dukung tanah : (kg/m ²)	a) maks	0,57	0,68	≤1,4	OK
	b) min	0,09	0,016	≥0	OK
ketebalan lantai (m)	1	≥0,807	1	≥0,575	OK

K. Perencanaan Bendungan

Tubuh bendungan direncanakan dengan tipe homogen berupa urugan tanah (*earth fill*), dimana material tanah diambil dari daerah genangan atau sekitar lokasi embung. Dalam perencanaannya perlu diperhatikan beberapa langkah perhitungan [5], yaitu :

1. Menentukan tinggi jagaan
2. Menentukan tinggi puncak bendungan
3. Menentukan lebar mercu bendungan
4. Menentukan kemiringan lereng urugan.
5. Menentukan garis depresi
6. Analisa Stabilitas

Dari hasil perhitungan [2] didapat : tinggi jagaan (H_f) = 2 meter, tinggi puncak bendungan 10,18 m, lebar mercu bendungan 4,8 m, kemiringan lereng urugan didapat perbandingan horizontal : vertikal = 2 : 1. Untuk analisa garis depresi dapat dilihat pada gambar 5.



Gambar 5. Garis Depresi dengan drain tumit

Dari analisa stabilitas tubuh bendungan Embung Gunung Rancak 2 dapat disimpulkan pada Tabel 5.

Kesimpulan stabilitas tubuh bendungan pada Tabel.5 di analisa dalam dua kondisi, yaitu kondisi tanpa memperhitungkan faktor gempa (kondisi normal) dan kondisi dengan memperhitungkan faktor gempa. Dari hasil analisa stabilitas tubuh bendungan dapat disimpulkan bahwa tubuh bendungan sisi *upstream* maupun *downstream* yang direncanakan masih aman.

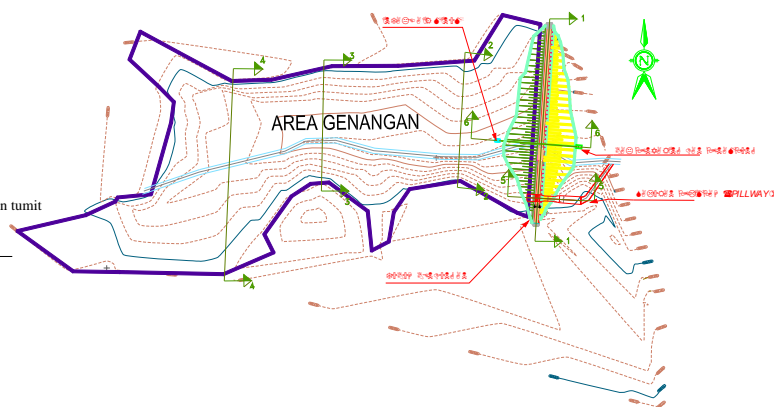
Tabel 5
Kesimpulan Stabilitas Tubuh Bendungan

No	Kondisi Tubuh Bendungan	<i>Up Stream</i>			
		Normal (Fs)	Batas ijin	Gempa (Fs)	Batas ijin
1	Pada saat selesai dibangun (kosong)	1,991	> 1.5	1,359	> 1.25
2	Pada saat muka air banjir (el. +106.18 m)	3,032	> 1.5	1,818	> 1.25
3	Pada saat turun tiba-tiba (<i>drawdown</i>) el. 103,00 m	2,272	> 1.5	1,496	> 1.25

No	Kondisi Tubuh Bendungan	<i>Down Stream</i>			
		Normal (Fs)	Batas ijin	Gempa (Fs)	Batas ijin
1	Pada saat selesai dibangun (kosong)	1,991	> 1.5	1,359	> 1.25
2	Pada saat muka air banjir (el. +106.18 m)	2,011	> 1.5	1,369	> 1.25
3	Pada saat turun tiba-tiba (<i>drawdown</i>) el. 103,00 m	2,014	> 1.5	1,371	> 1.25

L. Denah Embung Gunung Rancak 2

Setelah diketahui perencanaan bangunan spillway dan bendungan. Gambar perencanaan denah secara lengkap dapat dilihat pada gambar 6.



Gambar 6. Denah Embung Gunung Rancak 2

IV. KESIMPULAN/RANGKUMAN

Dari uraian secara umum dan perhitungan secara teknis pada bab – bab sebelumnya maka dapat disimpulkan bahwa :

- 1) Analisa hidrologi menggunakan metode distribusi *Log Pearson type III* dimana didapatkan tinggi hujan maksimum sebesar 128,6961 mm. Debit banjir rencana menggunakan metode Nakayasu dengan periode ulang 100 tahun didapat sebesar 9.55 m³/detik.
- 2) Proyeksi jumlah penduduk pada tahun 2030 adalah 8776 jiwa dengan laju pertumbuhan sebesar 0,7%/tahun dan kebutuhan air sebesar 12,189 liter/detik.
- 3) Dari analisa kapasitas waduk dengan memperhatikan kebutuhan air baku masyarakat, topografi lokasi, dan ketersediaan air yang ditampung didapat volume sebesar 136170 m³ dan luas genangannya 44739,26 m².

V. UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis D.A.P. mengucapkan terima kasih kepada PT. Pertamina Persero yang telah memberikan dukungan finansial melalui beasiswa Pertamina Foundation tahun 2009-2012.

VI. DAFTAR PUSTAKA

- [1] Anonim, 1986, “Standar Perencanaan Irigasi KP-02”, Direktorat Jendral Pengairan, Jakarta.
- [2] Prabowo, D.A. 2012. “Perencanaan Embung Gunung Rancak 2, Kecamatan Robatal, Kabupaten Sampang”. ITS. Surabaya.
- [3] Sosrodarsono, Suyono, Dr. 2006. “Hidrologi untuk Pengairan”. Pradnya Paramita, Jakarta.
- [4] Sudibyo, Ir, 2003, “Teknik Bendungan”, Pradnya Paramita, Jakarta.
- [5] Sosrodarsono, Suyono, 2002, “Bendungan Type Urugan” , Pradnya Paramita, Jakarta.